

РАЗДЕЛ II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ



Смолин Юрий Петрович окончил Хабаровский институт инженеров железнодорожного транспорта в 1961 г., работал в научно-исследовательском институте по строительству для Крайнего Севера в Красноярске. В настоящее время является профессором кафедры «Геология, основания и фундаменты» СГУПС, доктор технических наук. Опубликовано более 90 научных работ, в том числе две монографии.

Область научных интересов — прочность железнодорожных насыпей, воспринимающих воздействие динамических нагрузок.

E-mail: yurijsmolin@bk.ru



Разуваев Денис Алексеевич окончил Сибирский государственный университет путей сообщения в 2010 г., работает в научно-исследовательской лаборатории «Геология, основания, фундаменты и земляное полотно» СГУПС. Является аспирантом кафедры «Геология, основания и фундаменты» СГУПС.

Область научных интересов — укрепление земляного полотна и дорожных одежд автомобильных дорог стабилизирующими полимерными добавками.

E-mail: nilgeo@sgups.stu.ru

УДК 625.731.2:624.138

Ю.П. СМОЛИН, Д.А. РАЗУВАЕВ

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ГРУНТОВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА СДВИГОУСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Согласно мировому опыту одним из методов повышения качества и снижения стоимости дорог является применение технологии стабилизации грунтов. Для оценки применения данной технологии в условиях Сибири возведен экспериментальный участок, на котором, в частности, были проведены опытные экспериментальные исследования параметров виброускорений и динамических напряжений от воздействия транспорта. Полученные экспериментальные данные в дальнейшем могут быть учтены при назначении прочностных характеристик укрепленных стабилизатором грунтов с учетом воздействия динамических нагрузок.

Ключевые слова: стабилизатор, земляное полотно, дорожная одежда, динамические воздействия.

Российская дорожная отрасль сегодня требует повышения качества строительства, ремонта и текущего содержания дорог. Для этого необходимы инновации в виде нормативного обновления стандартов качества с внедрением научно-технических новинок, обеспечивающих реализацию качества строительства дорог.

Дороги воспринимают различные нагрузки, порой значительно превышающие предельно допустимые значения. Это приводит к разрушению конструктивных слоев дорожных одежд.

К одному из таких примеров можно отнести автодорогу Ояш — Тогучин с дорожной одеждой переходного типа. За годы эксплуатации дорога в отдельных местах получила большие деформации в виде глубокой колеи, затрудняющей передвижение легковых автомобилей. В этой связи дорогу было решено реконструировать, при этом дорожную одежду предусматривалось выполнить также переходного типа с щебеночным покрытием, устроенным по способу заклинки. Для увеличения плотности и гидрофобности верхней части (мощностью 20 см) рабочего слоя земляного полотна было принято решение применить современную полимерную (пластифицирующего и гидрофобного действия) добавку «Perma-Zyme 11X».

Но так как долговременного опыта эксплуатации стабилизированного этой полимерной добавкой грунта в рабочем слое земляного полотна нет, было принято решение организовать на этой дороге экспериментальный участок длиной 200 м и в течение осенне-зимне-весенних периодов оценить работу стабилизатора.

Авторами были проведены опытные экспериментальные исследования по определению параметров виброускорений и динамических напряжений (от воздействия на автодорогу большегрузного автотранспорта) в стабилизированном слое земляного полотна.

Для записи ускорений колебаний грунта в дорожной одежде использовался комплект аппаратуры, состоящий из вибродатчиков, изготовленных на основе акселерометров типа ADXL 203 фирмы Analog Devices, АЦП 14-140 типа L-Card с усилителем и портативного компьютера. Поступающий от датчика сигнал от воздействия транспорта на дорожную одежду преобразовывался из механических величин в электрические. Далее этот сигнал поступал на переносной компьютер и там транслировался в виде осциллограмм.

Для исследований параметров виброускорений на закрепленном участке дороги откапывались приямки на глубину 20 см ниже дорожной одежды (в уровне подошвы стабилизированного конструктивного слоя) и в них помещались вибродатчики. Для жесткой фиксации датчика в грунте датчик фиксировался гипсовым раствором. Такой способ установки датчика в грунте учитывал вносимые в процесс его установки нарушения естественного сложения грунта.

Обработка записанного сигнала в виде осциллограмм производилась в программе PowerGraph. При анализе опытных данных на осциллограмме выбирались характерные участки, которые подлежали дальнейшей обработке. Что касается выбора участков сигнала ускорения по интервалам времени, то выбирались такие участки, которые соответствовали прохождению автомобиля с наибольшим динамическим воздействием на дорогу.

На рис. 1 приведены осциллограммы вертикальных и горизонтальных ускорений колебаний стабилизированного полимерной добавкой участка дороги при движении груженого самосвала со скоростью 60 км/ч.

Из осциллограмм видно, что величины вертикальных и горизонтальных ускорений колебаний в стабилизированном конструктивном слое составляют 2,25 и 0,9 м/с² соответственно. Максимальная плотность частоты колебаний в колебательном процессе приходится на частоту 35 Гц.

На указанном выше опытном участке для исследования динамических напряжений в рабочем слое земляного полотна применялись месдозы. В качестве регистрирующей аппаратуры напряжений использовались контроллеры, конверторы, источники питания фирмы ICP CON, компьютер с программным обеспечением. Перед опытами месдозы тарировались в латке с использованием эталонного датчика силы.

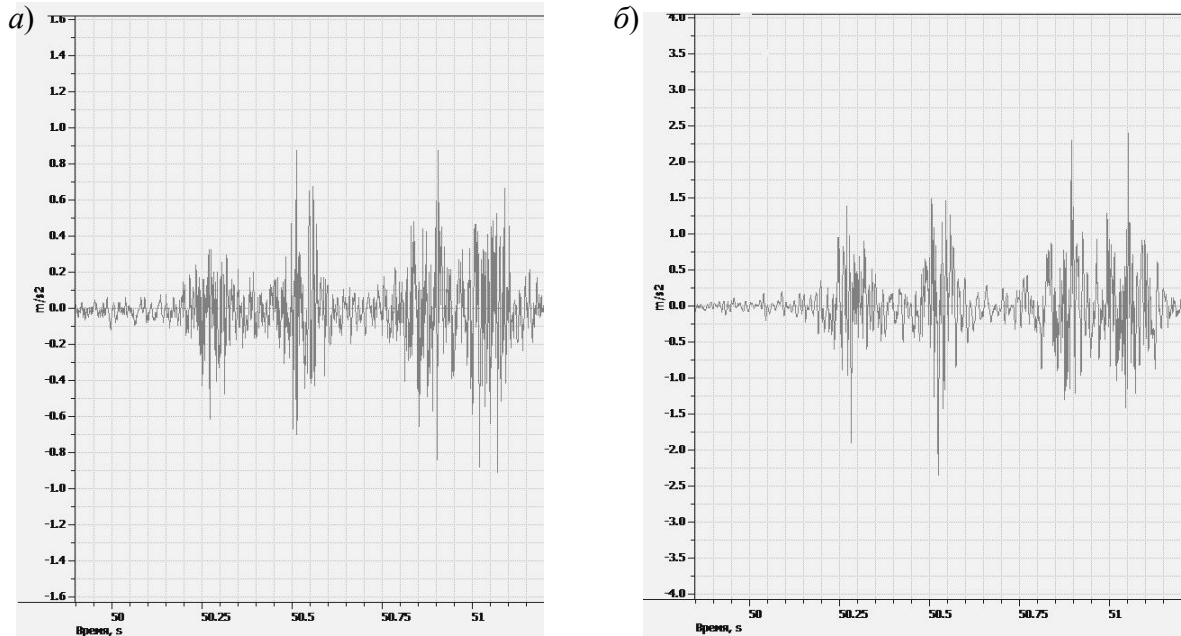


Рис. 1. Осциллограммы вертикальных (а) и горизонтальных (б) амплитуд ускорений колебаний в стабилизированном рабочем слое земляного полотна при движении груженого самосвала

В местах установки датчиков на поверхности дороги устанавливались метки для того, чтобы автомобили своими колесами проезжали по меткам, при этом создавалось бы максимальное давление на месдозу. До проезда машины по меткам (рис. 2) машина останавливалась примерно на расстоянии 150–200 м от установленных меток. Водителю давались рекомендации о скорости движения машины и по возможности точного проезда по меткам.

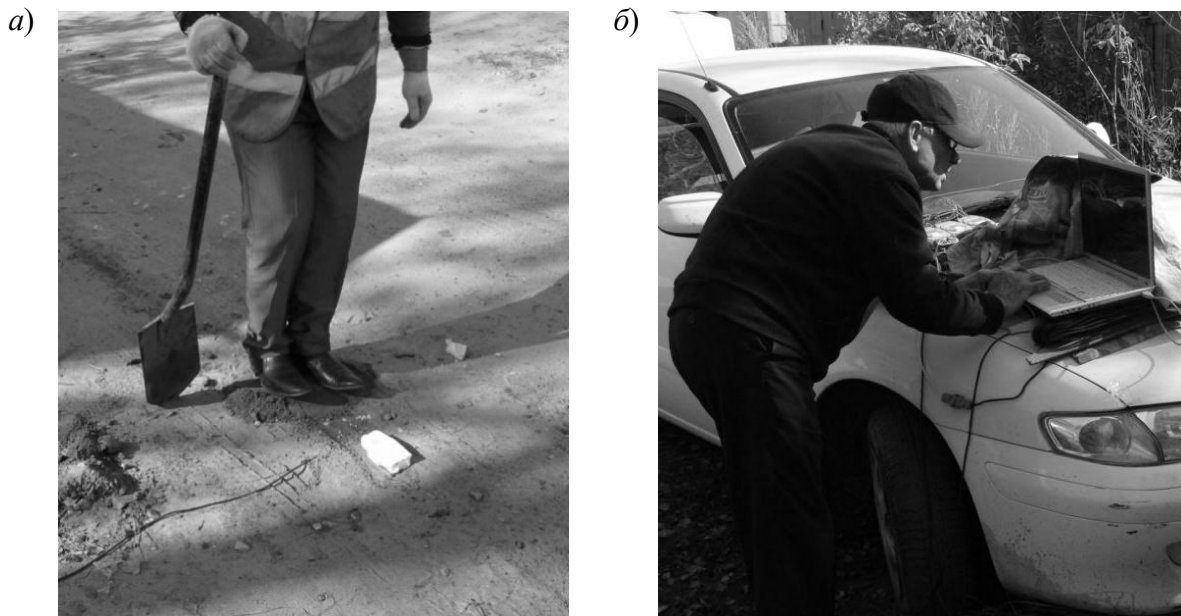


Рис. 2. Установка меток над месдозой (а) и момент замера напряжений от движущегося транспорта (б)

Замер напряжений производился от различного грузового транспорта. Скорости движения транспорта преимущественно составляли 60...70 км/ч.

На рис. 3 приведена осциллограмма с максимальными из замеренных за период наблюдения напряжений (при движении груженого щебнем самосвала модели «SCANIA» с прицепом). На осциллограмме видно, что замеренное давление от транспорта составляет примерно 4,5 мВ, что соответствует по тарифовочным данным месдозы давлению в рабочем слое земляного полотна (стабилизированная зона мощностью 20 см), равному 165 кПа. При лабораторном определении прочностных характеристик грунтов рабочего слоя земляного полотна, стабилизированного вышеуказанной полимерной добавкой, следует принимать предельную нагрузку $P = 165K_n$ кПа, где K_n — коэффициент надежности по грунту по СНиП 2.02.01–83* [1].

Полученные при исследовании натурные экспериментальные данные возможно использовать при назначении прочностных характеристик грунтов, обработанных полимерной добавкой «Perma-Zyme 11X» при динамических воздействиях, что позволит корректно производить расчет на сдвигустойчивость подстилающего грунта рассматриваемой дорожной одежды. Для этого необходимо провести лабораторные опыты по определению динамических параметров угла внутреннего трения и удельного сцепления на вибростабилометре при осевом давлении, равном $165K_n$ кПа, при ускорениях $2,5 \text{ м/с}^2$ с частотой колебаний 35 Гц.

Библиографический список

1. СНиП 2.02.01–83*. Основания зданий и сооружений. М.: ГУПЦПП, 1998. 48 с.

Y.P. Smolin, D.A. Razuvaev. The Research on Displacement of Soil Pavement Stabilized by Synthetic Polymer.

According to the international experience the soil stabilization technology is the way to improve quality and to reduce the expenses. To evaluate the application of this technology in Siberia an experimental plot is built. Pilot research focuses on the vibration acceleration parameters and transport dynamic stress. The findings should be considered while setting strength properties of stabilized soil taking into account the dynamic load effects.

Key words: *stabilizer, roadbed, pavement, dynamic loads.*

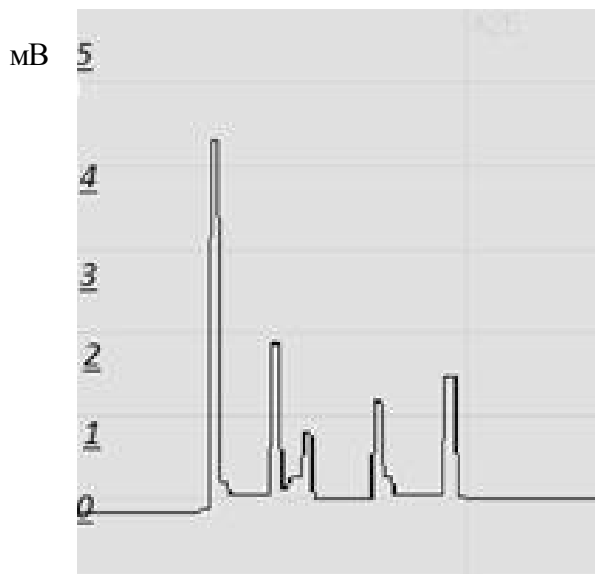


Рис. 3. Осциллограмма замеренных напряжений в стабилизированном рабочем слое земляного полотна при скорости движения груженого самосвала 60 км/ч